

**УДК 621.881**

**І. В. Луців, докт. техн. наук, проф.; О. О. Стахурський, аспірант**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**КІНЕМАТИКА ФОРМУВАННЯ СТРУЖКИ ПРИ ДВОЛЕЗОВОМУ  
ПОДРІБНЕННІ ПІДПРУЖИНЕНИМ РІЗЦЕМ**

**I. Lutsiv, Dr., Prof.; O. Stakhurskiy, postgraduate**

**CHIP FORMATION KINEMATICS IN THE TWO EDGE MACHINING WITH  
SPRING-LOADED TOOL**

При багатолезовій обробці адаптивного типу із міжінструментальними зв'язками [1] можуть утворюватись стружки сколювання, надлому і зливна стружка, яка є найбільш небезпечною для функціонування обладнання. Така обробка передбачає звільнення лез від жорсткого зв'язку і надання рухомості в осьовому напрямку, вирівнювання складових сил різання, що діють на різальні елементи, виключення впливу на деформації тих факторів, що визначають точність і якість обробки. Одним із варіантів такої системи може бути випадок, коли один із різців закріплений жорстко (тобто є відносно пасивним), а інший – підпружинений (він є відносно активним).

Зливна стружка при дволезовій токарній обробці адаптивного типу на перший погляд нічим не відрізняється від стружки, що отримується при звичайному повздовжньому точінні. Проте, в дійсності, при такій обробці, що супроводжується коливаннями, діє ряд чинників, які суттєво впливають на утворення стружки. Зокрема, при дворізцевому точінні за методом поділу подачі різці знаходяться в одному січенні зрізу і поділяють зрізуваний шар між собою в процесі узгоджених взаємних переміщень різців один відносно іншого. Окрім того, при багатолезовому різанні адаптивного типу зрізуваний шар також поділяється між різальними елементами і є величиною змінною, тому змінною є і товщина зрізуваного шару кожним різцем.

Аналіз стружкоутворення при такій обробці дозволяє зробити висновок, що елементи стружки можуть утворюватись як в процесі неперервного різання, так і за рахунок дроблення стружки під час обробки [2]. В першому випадку утворення елементів стружки визначається самою фізикою процесу різання та її особливостями для лезової обробки. Проте, внаслідок коливних рухів різальних елементів очевидно змінюються суттєво умови різання на кожному із них. При цьому має місце певна нерівномірність процесу стружкоутворення. Ступінь цієї нерівномірності залежить від величин параметрів верстатно-інструментального оснащення (ВІО), його налагодження, режимів обробки та умов різання.

Зміна фізичної картини перетворення окремих елементів зрізуваного шару в стружку може стосуватись пластичного деформування і руйнування оброблюваного матеріалу, процесів тертя на контактних поверхнях, або змінити лише механіки утворення окремих елементів стружки. Тоді, коли при однакових умовах при звичному різанні отримують неперервну, міцну стружку зливної форми, то при обробці із коливаннями може утворюватись стружка подрібненої форми. Адже, з одного боку ці коливання суттєво впливають на зміну геометрії різання, полегшують процес руйнування матеріалу, при цьому можуть змінюватись і кут дії, і кут сколювання (зсуву). З іншого боку, внаслідок коливних рухів різальних елементів суттєво змінюється товщина і ширина стружки. При значних коливаннях площі поперечного перерізу стружки міцність її по слабкому січенні (зокрема по впадині) може виявитись недостатньою і стружка зламається. Таким чином, утворюються елементи стружки у вигляді окремих спіральок, кілець чи завитків. При обриві елементів стружки посилюється нерівномірність процесу стружкоутворення, що сприяє подальшому

подрібненню. Довжина елементів стружки зменшується із збільшенням нерівномірності умов різання на різальних елементах.

Дослідні випробування підтвердили гарантоване дроблення стружки із в'язких сталей в процесі різання, а також можливість керувати цим процесом при багатолезовій обробці в широкому діапазоні параметрів.

Розроблений пристрій для подрібнення стружки являє собою дворізнцеву інструментальну систему яка включає рухомий (активний) і нерухомий (пасивний) супорт (рис.1). Активний супорт має відносні осьові переміщення (коливання  $A$ ) в межах подачі пасивного. Він закріплений на корпусі пристрою і направляється по направляючих колонках що забезпечує відповідну точність механізму. Налаштування на розмір здійснюється за контрольними шаблонами. Пасивний супорт 2 має постійну подачу  $S_2$  і пов'язаний з активним підпружиненим супортом 1, який отримує відповідний коливний рух. При цьому  $S_1 = \text{var}$ ,  $S_2 = \text{const}$ ,  $t_1 = t_2$ ,  $\phi_1 \neq \phi_2$ . Подрібнення стружки забезпечується коливаннями подачі  $S_1$  з амплітудою  $A$ .

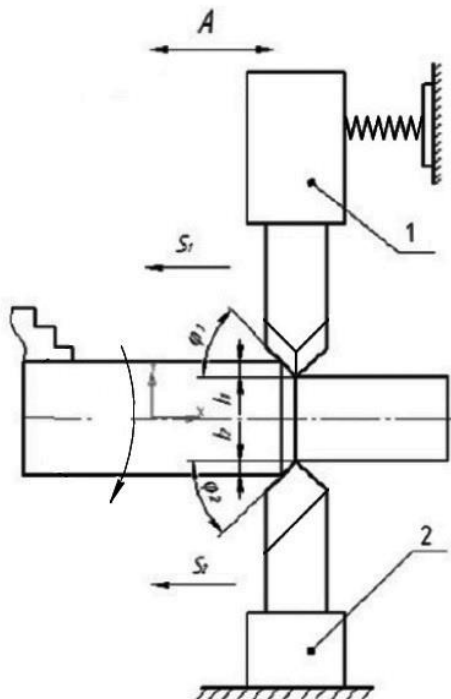


Рис. 1. Схема установки для подрібнення стружки з пружним зв'язком

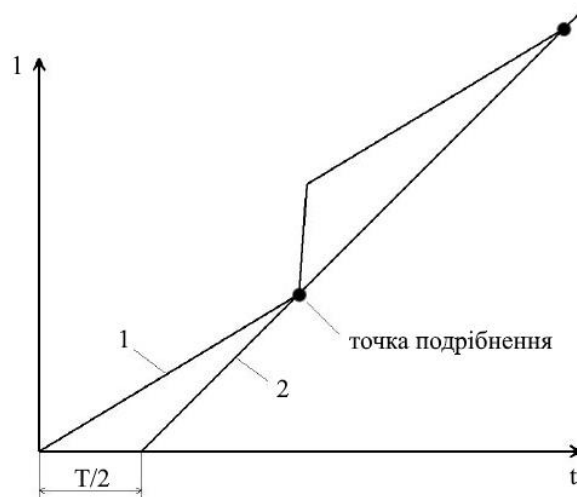


Рис. 2. Циклограма процесу стружкоподрібнення при дволезовій обробці з підпружиненим різцем

Циклограма процесу подрібнення представлена на рисунку 2. Внаслідок відносного відставання руху активного підпружиненого різального елемента 1 від пасивного елемента 2 (вони зміщені на півоберта заготовки  $T/2$ ) сліди їх на деталі за певний час перетнуться у точці подрібнення. Таким чином відбувається кінематичне відділення елементів стружки, тобто її гарантоване дроблення.

## Література

1. Луців І.В., Кінематичні особливості багатолезової адаптивної обробки. Вісник Тернопільського державного технічного університету, 1998, т.3, №4. с. 107-111.
2. Технологічне оснащення для високоефективної обробки деталей на токарних верстатах: Монографія/ [Кузнецов Ю.М., Луців І.В., Шевченко О.В., Волошин В.Н.]. – К.:– Тернопіль: Терно-граф, 2011. – 692 с.